



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101018639 B

(45) 授权公告日 2010.04.21

(21) 申请号 200580026519.6

(22) 申请日 2005.06.13

(30) 优先权数据

0413029.0 2004.06.11 GB

(85) PCT申请进入国家阶段日

2007.02.05

(86) PCT申请的申请数据

PCT/GB2005/002326 2005.06.13

(87) PCT申请的公布数据

W02005/120763 EN 2005.12.22

(73) 专利权人 埃克西特克有限公司

地址 英国牛津

专利权人 索尼株式会社

(72) 发明人 N·塞克斯 佐佐木良成 村濑英寿

山田尚树 阿苏幸成

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 丁建春 廖凌玲

(51) Int. Cl.

B23K 26/12(2006.01)

B23K 26/14(2006.01)

B23K 26/16(2006.01)

(56) 对比文件

JP 特开 2003-245791 A, 2003.09.02, 说明书第 9 段至第 32 段、权利要求 1-2、图 1-2.

US 6342687 B1, 2002.01.29, 说明书第 5 栏第 4 行至第 6 栏第 43 行、权利要求 1-10、图 2B-3B.

同上.

US 2002/0179582 A1, 2002.12.05, 说明书第 33 段至第 48 段、权利要求 1-6、图 1-5.

CN 1078510 C, 2002.01.30, 全文.

JP 特开 2004-160463 A, 2004.06.10, 说明书第 9 段至第 34 段、权利要求 1-8、图 1-6.

JP 特开 2004-98091 A, 2004.04.02, 说明书第 6 段至第 34 段、权利要求 11、图 1-2.

审查员 马雪松

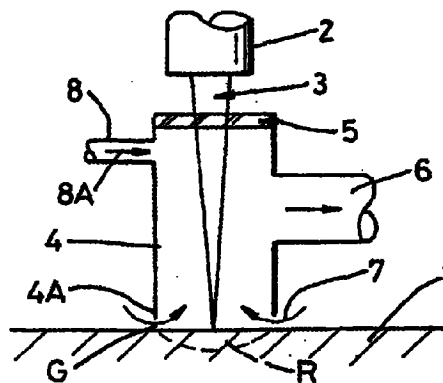
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 5 页

(54) 发明名称

烧蚀工艺及其装置

(57) 摘要

本发明首先包括一种烧蚀处理,其包括利用激光束(3)对基体(1)的区域进行烧蚀的步骤,其特征在于还包括利用流体流(7),即气体或蒸气、液体或其组合,清除从区域(1)烧蚀的碎屑的步骤,其中引导流体(7)流在该区域上流动,以便夹带上述碎屑,然后通过引导带有碎屑的流体流沿预定路径(6)远离区域,从该区域清除夹带的碎屑,避免了夹带的碎屑后续沉积到基体上。本发明还包括一种使激光(3)能够烧蚀基体区域的装置,其特征是位于激光束(3)的聚焦或成像透镜(2)和基体区域(1)之间的部分封闭的碎屑提取模块(4),DEM(4)具有输入端口(8)和输出端口(6),通过该端口使流体流(即气体或蒸气、液体或其组合)在区域(1)上流过,以夹带从区域烧蚀的碎屑,并其后通过使带有夹带碎屑的流体沿预定路径远离区域通过的机构,从该区域清除夹带



1. 一种烧蚀处理的方法,所述方法包括利用激光束 (3) 对基体 (1) 的一区域进行烧蚀的步骤,其特征在于,还包括利用流体流 (7),即气体、液体或其组合,清除从区域烧蚀的碎屑的另一步骤,其中部分封闭的碎屑提取模块 (4) 具有输入端口 (8) 和输出端口 (6),通过所述端口使得流体流,即气体、液体或其组合,在所述区域上流过,以便夹带从所述区域烧蚀的碎屑,并其后通过使带有夹带碎屑的所述流体流沿预定路径远离区域通过的机构,从所述区域清除所述夹带碎屑,以防止夹带碎屑后续沉积在所述基体上,而所述碎屑提取模块 (4) 附着到在所述基体 (1) 上浮动的空气盘。

2. 根据权利要求 1 所述的烧蚀方法,其特征在于:受引导的流体流 (7) 由气体组成。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的烧蚀方法,其特征在于:使受引导的流体流 (7) 基本正交于所述区域流动。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的烧蚀方法,其特征在于:使受引导的流体流 (7) 横向于所述区域流动。

5. 一种使激光能够烧蚀基体区域的装置,其特征在于:位于激光束 (3) 的聚焦或成像透镜 (2) 和基体 (1) 的区域之间的部分封闭的碎屑提取模块 (4),所述碎屑提取模块 (4) 具有输入端口 (8) 和输出端口 (6),通过所述端口使得流体流,即气体、液体或其组合,在所述区域上流过,以便夹带从所述区域烧蚀的碎屑,并其后通过使带有夹带碎屑的所述流体流沿预定路径远离区域通过的机构,从所述区域清除所述夹带碎屑,以防止夹带碎屑后续沉积在所述基体上,而所述碎屑提取模块 (4) 附着到在所述基体 (1) 上浮动的空气盘。

6. 根据权利要求 5 所述的装置,其特征在于:受引导的流体流 (7) 由液体组成。

7. 根据权利要求 5 所述的装置,其特征在于:所述碎屑提取模块 (4) 使受引导的流体流基本正交于所述区域流动。

8. 根据权利要求 5 到 7 中任一项所述的装置,其特征在于:所述碎屑提取模块 (4) 由对所述激光束 (3) 透明的窗口 (5) 在靠近所述透镜 (2) 的侧面封闭。

9. 根据权利要求 8 所述的装置,其特征在于:所述窗口 (5) 具有用于清除沉积在所述窗口 (5) 上的碎屑的擦拭机构。

10. 根据权利要求 9 所述的装置,其特征在于:所述擦拭机构是静止的,所述窗口 (5) 可在所述擦拭机构上移动以清除沉积在所述窗口 (5) 上的碎屑。

11. 根据权利要求 5 到 7 中任一项所述的装置,其特征在于:所述碎屑提取模块 (4) 由位于所述透镜 (2) 的光阑点的板 (12) 在最接近所述透镜 (2) 的侧面封闭,所述板 (12) 设有孔或孔的阵列,允许所述激光束 (13) 通入所述碎屑提取模块 (4) 到达所述区域。

12. 根据权利要求 5 到 7 中任一项所述的装置,其特征在于,在所述碎屑提取模块 (4') 和基体 (1) 之间设置间隙 (G') 以便允许所述流体流进入所述碎屑提取模块 (4') 并在所述区域的至少一部分上流过。

13. 根据权利要求 12 所述的装置,其特征在于:所述碎屑提取模块 (4') 安装在可移动的滑块上,并且在基体 (1) 移动过程中,通过连接到所述滑块的适当基体表面位置传感器,使设置在所述碎屑提取模块 (4') 的下缘的所述碎屑提取模块 (4') 和基体 (1) 之间的间隙 (G') 保持恒定。

14. 根据权利要求 5 到 7 中任一项所述的装置,其特征在于:通过利用泵使流体进入所述碎屑提取模块产生流过所述碎屑提取模块 (4) 的流体流。

15. 根据权利要求 5 到 7 中任一项所述的装置,其特征在于,通过利用泵从所述碎屑提取模块(4)抽取流体产生流过所述碎屑提取模块(4)的流体流。

16. 根据权利要求 5 到 7 中任一项所述的装置,其特征在于:所述输入端口(8)位于所述碎屑提取模块(4)的偏离所述区域的区域内,以提供用于清除沉积在所述窗口上的碎屑的气体流。

17. 根据权利要求 5 到 7 中任一项所述的装置,其特征在于:所述输入端口使得流入的流体流能够在朝向所述区域的径向向内的方向上流动。

18. 根据权利要求 5 到 7 中任一项所述的装置,其特征在于:所述碎屑提取模块的内部是平滑的并且没有影响所述流体流的间断。

19. 根据权利要求 5 到 7 中任一项所述的装置,其特征在于:使所述流体流在封闭回路中流动,其中从所述碎屑提取模块提取的流体再循环并返回到所述碎屑提取模块。

烧蚀工艺及其装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种烧蚀工艺及其装置,用于通过脉冲激光束从工件清除材料并用于控制颗粒形式的碎屑和该工艺产生的烧蚀产品。具体地,涉及使用激光从例如用于制造平面显示器 (FPD) 或太阳能电池板的大块基体去除,雕刻或清除有机,无机或金属材料薄膜,和在大面积聚合物板表面激光烧蚀出复杂的高密度的 3D 结构,以便形成制造透镜阵列、扩散器和其他用于显示单元的器件的母体。

背景技术

[0002] 通过脉冲激光束的直接烧蚀工艺结构化材料是广泛用于在(但不限于)医药、汽车、太阳能、显示器和半导体工业中生产精密器件的非常成型的技术。

[0003] 烧蚀工艺涉及将材料表面暴露于一个或多个由脉冲激光源产生的强辐射脉冲。如果激光波长使得辐射被材料顶层强烈吸收且能量密度足够高到使得吸收的能量可使顶层温度上升超过材料熔点,那么在这种情况下,材料顶层发生分解并变成从表面膨胀的气态、液态或固态颗粒副产物。烧蚀工艺发生的基本要求是足够的能量在足够短的时间被材料吸收,使温度快速上升到使得材料分解的点。

[0004] 对烧蚀较厚材料,取决于能量密度、激光波长和材料吸收系数,各激光脉冲清除 50 纳米和数微米之间的材料。各脉冲以相同的方式作用,使得在连续脉冲部分后可清除接近 1 毫米的材料。烧蚀的材料通常转变为气态材料,但在许多情况下,还包括液态和固态成分。

[0005] 对于材料薄膜,烧蚀工艺有所不同。当薄膜沉积在不同材料制成的基体顶部且膜厚度较小时(即小于 1 微米),烧蚀可以用两个方法之一来实现。如果薄膜可强烈吸收激光辐射,则辐射不能穿透到下面的基体,而是在薄膜内吸收。薄层内的这种强烈吸收使得薄膜温度快速上升,热量传导到底侧,使得薄膜和下面基体之间的粘接破坏。该过程发生在薄金属膜。这种情况下,金属以颗粒和液体混合物形式在一个激光脉冲中被清除。

[0006] 在薄膜对激光辐射是全部或部分透明并且下面的基体比薄膜更强烈吸收辐射的情况下,在两层之间界面的下面基体顶面吸收能量,使得温度快速上升并烧蚀顶层。在这种情况下,清除的顶层一般分解为尺寸范围在亚微米到数十微米的颗粒。

[0007] 如果下面的基体材料对激光辐射是透明的而薄膜吸收激光辐射,则有时使激光束直接经基体到达基体/薄膜界面是有利的。在这种情况下,薄膜常常仅在一个中等能量密度的激光照射就与基体分层。所有激光烧蚀材料工艺均导致产生可以是气态,液态或固态形式的大量烧蚀产物。这些产物包括原子、分子、团组、,颗粒,聚合物链、小和大材料片、液滴和喷气及其他形式。下文中我们把这种材料称为烧蚀碎屑。控制烧蚀碎屑是个大问题,必须减小烧蚀碎屑到基体表面的沉积以避免污染。具体在用于 FPD 制造的薄膜烧蚀的情况下,其中直接激光烧蚀工艺代替了湿法化学或等离子蚀刻工艺(其中微粒污染不容易发生),激光烧蚀 FPD 生产工艺过程中,烧蚀碎屑重新沉积到基体表面互锁拿过是不能容忍的。本发明的目的是控制烧蚀碎屑从基体表面的流动并减小其到基体上的重新沉积。

[0008] 已经使用各种方法试图捕获和控制激光烧蚀工艺过程中产生的烧蚀碎屑。大部

分方法依靠接近正在烧蚀的表面的某种类型气体流。气流通常沿着表面引导,可通过在区域一侧吹气并在另一侧强烈抽气来形成。所使用的气体通常是空气,但在某些情况下,也可使用其他的气体,如氦气、氧气或氩气。在所有情况下,气体流用于使移动的烧蚀碎屑改变方向,并可引导烧蚀碎屑离开关键区域或最好使烧蚀碎屑完全从基体区域清除。该工艺依靠气体分子和烧蚀碎屑之间的动量交换,因此需要高压和高气体流速来使其有效。使用重气体如氩气有助于这个过程。如果使用氦气,效果是不同的,因为氦分子质量比空气分子小很多,所以氦气在与烧蚀碎屑的相互作用上与空气相比不那么高效。在这种情况下,移动的烧蚀碎屑在减速和沉积之前可从烧蚀位置行进得更远。这样起到使沉积的材料移动得距原始位置更远,但不能大量减少重新沉积材料的总量的效果。

[0009] 使用活性气体,如氧气,可减少沉积材料的数量,其中烧蚀碎屑与活性气体反应,转变成纯气体。示例是某些聚合物材料的烧蚀。此时,所产生的有机颗粒可与氧气反应形成纯气体,如二氧化碳或一氧化碳。

[0010] 有时用流过表面的液体作为气体流的备选方案来夹带烧蚀碎屑。在激光烧蚀工艺过程中,引导水或其他液体的薄层流过烧蚀区的表面。要求该层较薄使其不会吸收或干扰进入的激光束,并且一般由位于烧蚀区一侧的某种雾化喷嘴形成。这样的系统最近在“清洁激光加工 (Clean Laser Machining)” (2003 年 5 月的 Industrial Laser Solutions) 中给出介绍。流过基体表面的流体收集到保持基体的夹具周围的某种管路。

[0011] 上面所列举的方法利用了表面上导引的无约束气体或液体流。这种用法在清除烧蚀碎屑上的效力有效,因为不能完全捕获碎屑,重新沉积到基体的其他区域经常发生。烧蚀的碎屑被简单地吹到或流到基体的另外区域,在此其重新沉积。液体流方法的另一个严重缺点是不适合处理与制造 FPD 相关的大基体,因为在这种情况下,基体的固定夹具可能非常大,任何容水管路距烧蚀点都有很大距离。结果是,烧蚀碎屑可能从流体流重新沉积到基体上。

[0012] 本发明的目的是消除这些限制,并且在没有明显重新沉积到表面上的情况下从任何尺寸的基体表面清除烧蚀碎屑。

发明内容

[0013] 根据本发明的第一方面,提供了一种烧蚀处理方法,其包括利用激光束 3 对基体 1 的区域进行烧蚀的步骤,其特征在于,还包括另外的步骤:利用流体流 7,即气体或蒸气、液体或其组合,清除从区域 1 烧蚀的碎屑,其中引导流体流 7 在该区域上流动,以便夹带上述碎屑,然后通过引导带有夹带碎屑的流体流沿预定路径 6 远离区域,从该区域清除夹带碎屑,避免夹带碎屑后续沉积到基体上。

[0014] 根据本发明的第一方面的第一优选形式,该烧蚀方法的特征在于,受引导的流体流 7 由气体组成。

[0015] 根据本发明的第一方面或第一优选形式的第二优选形式,该烧蚀方法的特征在于,使受引导的流体流 7 基本正交于区域流动。

[0016] 根据本发明的第一方面或前面的任何优选形式的第三优选形式,该烧蚀工艺的特征在于,使受引导的流体流 7 横向于区域流动。

[0017] 根据本发明的第二方面,提供了一种使激光能够烧蚀基体区域的装置,其特征

在于,位于激光束 3 的聚焦或成像透镜 2 和基体区域 1 之间的部分封闭的碎屑提取模块 (DEM) 4,该 DEM 4 具有输入端口 8 和输出端口 6,通过该端口流体流 (即气体或蒸气、液体或其组合) 在区域 1 上流过,以便夹带从区域烧蚀的碎屑,其后通过使带有夹带碎屑的流体流体沿预定的路径远离区域通过的机构从区域清除夹带碎屑,防止夹带碎屑后续沉积在基体上。

[0018] 根据本发明的第二方面的第一优选形式,该装置的特征在于,受引导的流体流 7 由液体组成。

[0019] 根据本发明的第二方面或第一优选形式的第二优选形式,该装置的特征在于,所述机构 4、6 使受引导的流体流基本正交于区域流动。

[0020] 根据本发明的第二方面或前面的任何优选形式的第三优选形式,该装置的特征在于,所述 DEM 4 由对激光束 3 透明的窗口 5 在接近透镜 2 的侧面封闭。该窗口 5 通常设有用于清除沉积在窗口 5 上的碎屑擦拭机构。

[0021] 根据本发明的第二方面或前面的任何优选形式的第四优选形式,该装置的特征在于,DEM 4 由位于透镜 2 的光阑点上的板 12 在最靠近透镜 2 的侧面封闭,该板 12 设有孔或孔的阵列,允许激光束 13 通入 DEM 4 到达区域 1。

[0022] 根据本发明的第二方面或前面的任何优选形式的第五优选形式,该装置的特征在于,在 DEM 4' 和基体 1 之间设置了间隙 G',以便允许流体流进入 DEM 4' 并在该区域的至少一部分上流过 DEM 4' 通常安装在可移动的滑块,在基体 (1) 移动过程中,通过连接到滑块的适当基体表面位置传感器,使设置在 DEM 4' 的下缘 5 的间隙保持恒定。

[0023] 根据本发明的第二方面或前面的任何优选形式的第六优选形式,该装置的特征在于 DEM 4' 附着到在基体 1 上浮动的空气盘。

[0024] 根据本发明的第二方面或前面的任何优选形式的第七优选形式,该装置的特征在于,利用泵使流体进入 DEM 产生通过 DEM 4 的流体流。

[0025] 根据本发明的第二方面或前面的任何优选形式的第八优选形式,该装置的特征在于,利用泵从 DEM 4 抽取流体产生流过 DEM 4 的流体流。

[0026] 根据本发明的第二方面或前面的任何优选形式的第九优选形式,该装置的特征在于,气体输入端口 8 位于 DEM 4 偏离区域 1 的区域内,以提供用于清除沉积在窗口的碎屑的气体流。

[0027] 在烧蚀领域的许多方面本发明都具有显著的优越性。在气体流的情况下,如果气体流设置成基本正交远离基体表面而不是横跨表面导引的话,可使烧蚀碎屑清除的效率明显提高。这种情况可通过引导气体向内流过完全围绕烧蚀位置的表面和在该位置上方强烈、抽气来实现。实际应用中可通过构建适当的定位成充填基体和用于曝光基体的激光束聚焦或成像透镜之间的空间的某些部分的单元来实现。该单元在顶侧由对激光束透明的窗口密封并且其底缘接近基体的表面。该单元附着到保持透镜的装置上,从而基体可在单元下自由移动。该单元通过抽吸泵部分抽真空,使得气体通过接近基体的间隙吸入。通过这种方式,向内引导的强烈表面流转换成从表面清除烧蚀碎屑的向上的流。如果该流动足够强,可在任何重新沉积的情况下从表面清除大部分的烧蚀碎屑物。下面将这种上位型单元称作碎屑提取模块 (DEM)。

[0028] 除了强大的抽吸连接,DEM 可设有另外的气体进入端口,以辅助从基体清除碎屑,

并具有其他功能,如防止碎屑沉积到位于 DEM 顶部的窗口上。

[0029] 很清楚许多气体或蒸气可用于 DEM 内作为靠近基体向内的流或靠近窗口的流,但在许多情况下,从方便和成本考虑适合的气体是空气。

[0030] DEM 设计的关键方面是其下缘和基体之间的距离必须总是保持恒定,即使在基体横向移动和基体可能不平时,以保持恒定的气体流条件。由于聚焦或成像透镜也需要保持距离基体固定的距离,将 DEM 附着到和透镜一样的固定机构上使得在运动过程中二者可追踪不平基体的表面是有用的。存在若干用于保持透镜和 DEM 距基体顶部恒定距离的机构,其包括机械的、光学的、气动的、超声波的、电容式的和其他的传感器系统。如果这些器件附着到 DEM 的下表面并且 DEM 和透镜附着到伺服电动机驱动的滑块上,则反馈回马达的传感器信号可用来保持 DEM 下缘和透镜距基体的距离总是保持恒定。

[0031] 还存在另一种保持 DEM(和透镜)距基体恒定距离的方法。该方法依赖使用空气盘,如专利申请 PCT/GB2004/001432 所介绍的那些空气盘。在本示例中,DEM 和透镜附着到在基体上浮动空气盘的顶部,所以可总是保持它们和基体之间的距离恒定。

[0032] 该方法具有的主要优点是不需要单独的高度传感器件和伺服系统控制的 DEM 和透镜移动系统。因为有空气盘,当盘下表面和基体之间的空气层自动保持处于相同厚度时,DEM 和透镜组件总能遵循基体表面形状,达到很高的精度水平。这样的系统对用于制造 FPD 器件的大面积基体的加工是很理想的,其中的玻璃基体的厚度变化可达到毫米的分数。

[0033] 在 DEM 附着到空气盘的最简单的情况下,在下侧进入该单元使得向上的流通过烧蚀区域和夹带烧蚀碎屑的气体来源于受引导进入空气盘的管路形成空气悬浮层的空气流。在这种情况下沿向内方向从中空的空气盘的下侧逸出的部分空气被附着到 DEM 顶部附近的强抽气泵向上抽取。这种方法简单但受到可移动到空气盘内空气容积的限制。这导致不那么有效的向上的空气流,使得烧蚀碎屑提取的效率受到限制。

[0034] 为了克服这个限制,提出在空气盘设置用于引导另外的空气(或其他气体)到中空盘的中心的端口。该端口设置成可引导流径向向内从盘的外部到内部,其形状加工成可使它们输出到盘内部的气体非常接近基体表面释放,并且以非常小的角度引导到表面。通过这个方法,使得气体在向内的方向上沿表面朝烧蚀区高速流动。当气体移动到盘的中空内部时,施加到 DEM 上的吸力使得该流从径向向内改变成向上,以便能够更加有效地夹带向上移动的烧蚀碎屑。

[0035] 已经发现烧蚀工艺产生的碎屑在数量和尺寸上有所变化,通过增加气体流来增强夹带碎屑可更有效地清除某些类型碎屑。安装到空气盘的 DEM 可具有另外的气体进入和排出端口以改进从基体清除碎屑,并减少碎屑重新沉积到 DEM 窗口。端口可通过连接到适当的泵或压缩机来输送空气或气体到基体,或者备选通过连接到抽吸泵的端口清除气体。

[0036] 在扫描操作模式下,盘的端口设置成可选择性地沿基体表面在平行、倾斜或正交于基体运动的方向上引导气体或空气流。在烧蚀碎屑清除效率与相对移动基体的气体流动方向有关的情况下,该方向可通过打开和关闭适当的阀门以便交替地连接端口以输入或提取气流来改变。备选地,整个盘组件可转动,以便相对基体的运动正确地对准端口。

[0037] 现在讨论所提出的 DEM 的其他特征。激光窗口位置可位于各种不同的位置。在某些情况下,使窗口位于接近透镜底侧的 DEM 顶侧是有利的,可使得 DEM 几乎完全占据透镜和基体之间的空间。在另外的情况下,使窗口位于透镜和基体之间的中间位置是有利的。位

置的选择通常取决于透镜和基体之间的激光束的形状。当透镜聚焦光束时,光束尺寸接近于基体时非常小,使窗口的位置远离基体是很重要的,以避免激光的高能量造成损害。另一方面,当透镜投影大图像时,尤其是当透镜是远心型时,窗口位置可接近基体表面,不存在对激光束造成损害的危险。

[0038] 为了允许在无需维修的情况下长时间地操作 DEM,防止烧蚀碎屑沉积在 DEM 内是很重要的。如果这种情况发生,沉积的碎屑可能会落到基体上。因而,DEM 优选设计成具有没有台阶、间断或突然的尺寸变化的平滑内表面。这样 DEM 设计允许气体无阻碍的流动和减少碎屑沉积在单元内的危险。

[0039] 尽管采取了这些措施,由于靠近 DEM 壁时气体流动速度较低,仍存在一些碎屑从气流沉积到 DEM 壁上的可能性。为了防止这些材料落回到基体上,DEM 构建成没有直接路径供碎屑从 DEM 壁落到基体。通过采用适当设计的反向倾斜表面或台阶可得到这个效果。

[0040] 由于激光束必须穿过 DEM 的窗口,减少在窗口上沉积的碎屑是重要的。这通常通过校正接近窗口的输入气体流实现,但仍然存在一些沉积。在这样的情况下,通过将窗口配置位可以移动使窗口的污染部分离开激光束并由清洁的部分来代替以延长 DEM 的使用寿命是重要的。这样的移动可通过手动或自动进行。

[0041] 可设置内置的窗口清洁系统来延长 DEM 的寿命。这样的系统可基于移动刮片或由窗口的污染侧定期在其上移动的静止刮片组成。在另外一种形式中,设置了电动或手动驱动的一组窗口,一个窗口定位成用作工作窗口,同时组内的其余窗口进行清洁。

[0042] 在某些情况下,当激光束的直径较小,DEM 占据了透镜和基体之间大部分空间时,可以用带有孔或洞的不透明板来代替透明窗口。如果孔的尺寸适中(正好大于板上的光束尺寸)并且施加到 DEM 的吸力足够时,则形成接近基体的向上气流以及通过孔的向下气流,以保证颗粒碎屑从基体清除且不会到达透镜。

[0043] 在透镜是投影透镜而非远心透镜的情况下,激光束在透镜和基体之间的某个位置形成焦点。该位置称作光阑点。在大部分情况下,在这种光阑点的激光束尺寸较小,因此位于该点的密封 DEM 顶部的板只需小孔。这种情况下,孔对 DEM 块内的气体流的影响很小。

[0044] 如果采用多元件透镜系统在透镜进行投影的掩模(或孔)之前对光束进行均匀化,则位于光阑位置的光束不再是单个焦斑,而是由焦斑阵列组成。焦斑的数量等于通过多元件均匀化光学系统形成的通常称作“波束泄出”的数量。该数量通常从数个到 100 或更多之间,可使用任何实际的焦斑数量。在这种情况下,密封 DEM 的顶部的板具有适当尺寸并且间隔为允许所有的波束泄出通过的孔阵列。所需要的孔尺寸取决于激光束的离散程度以及透镜的焦距,对于大部分激光基本上小于 1 毫米。

[0045] 当激光器是多模的时,如超紫外受激准分子激光器或近红外固体激光器,最经常发生 DEM 的顶部被位于光阑位置的具有孔阵列的板密封的情况。对于这样的激光器,通常使用将光束分成多个波束泄出,以形成均匀投影图案的光束均匀化系统。

[0046] 在某情况下,允许进入 DEM 然后从 DEM 提取的空气或其他气体容纳于封闭循环流动回路系统。在这样的情况下,可方便地在流动回路中设置泵和过滤器单元以带走烧蚀的颗粒。在其他情况下,最好可自由地将 DEM 提取的空气或其他气体排出,而不是返回到 DEM。这种情况下,提供新鲜的气体或空气到 DEM。

[0047] 安装到空气盘或通过其他方法保持其位置的 DEM 可在几乎任何方位操作。可以在

基体是垂直而光束是水平的条件下操作 DEM。其他方位也可以,包括使基体处于垂直和水平之间的任何角度。

[0048] 还可以在基体是水平的而光束从下向上垂直引导的条件下操作 DEM。当要烧蚀的材料沉积到对激光辐射透明的基体时,如果适合,激光束可通过基体照射薄膜。在这种情况下,DEM 可位于基体的一侧,而激光束位于另一侧。在水平条件下,激光束可从顶部进入向下穿过基体。DEM 这时位于基体下面,捕获从下表面烧蚀的的碎屑。备选的,光束可从基体下面向上照射并造成上表面的烧蚀,产生碎屑。在后一种情况下,DEM 位于顶部。在这两种情况下,激光束不穿过 DEM,所以不需要窗口或带孔的激光束通过板。

[0049] 液体流烧蚀

[0050] 下面提出源于在基体上使用液体薄层的改进。这种情况下,液体总是夹在窗口和基体之间。液体层的厚度不必很薄,并且可以充填基体和透镜之间的整个空间,如果液体层相当薄,处于毫米分数到 1 或 2 毫米之间的范围,预期会有更有效地夹带和清除烧蚀碎屑。

[0051] 窗口与透镜一样连接到同一固定机构,并且二者通过由检测基体顶部位置的适当传感器装置促动的伺服电动机驱动滑块保持距基体恒定距离处。基体和窗口之间的间隙因此总是保持恒定。该间隙形成液体经其通过以便清除烧蚀工艺过程产生的颗粒的单元或 DEM。DEM 的横向尺寸一般稍大于激光束占据的尺寸。对于成像的光束,该尺寸可达到 20 毫米。对于扫描光学系统,该尺寸可稍大。DEM 的形状可以是圆形、正方形、矩形或任何其他适当形状,并可很好地配合基体上的光束形状。液体注入 DEM 的一侧并在另一侧抽取,使得在窗口和基体之间形成横跨 DEM 的液流。该液体夹带走烧蚀碎屑并将其从烧蚀区域清除。

[0052] 这样的系统类似于已提出用于浸入式光刻的方法,其中晶片分档器或扫描器的成像透镜之间的间隙用液体充填,以改进光学分辨率和景深。在这种情况下,基体通常是涂附抗蚀剂的晶片,透镜在其上形成的辐射图案使抗蚀剂曝光,抗蚀剂后续进行显影并形成结构。这种情况下,光强度非常低,所以不发生抗蚀剂的直接烧蚀,并且因而不会产生烧蚀碎屑。在最坏的情况下,在曝光过程中释放一些气体。该气体夹带于液体中并被清除。

[0053] 我们在本申请中所提出的发明特别针对激光束强度高到足以直接烧蚀材料并形成烧蚀碎屑的情况。因为液体被 DEM 窗口污染,可能使得本发明不适合在烧蚀过程中产生较大压力的情况。这是聚合物的高能量低密度照射的情况。如果烧蚀工艺过程中由形成的气体产生高压,可能干扰液体流并可能损坏 DEM 窗口。在以中等或低能量密度下使有机或无机材料薄层与下面的基体分离的情况下,本发明非常重要。在这种情况下,很少或无气体形成并无压力产生,而且液体流和单元不受干扰。这种情况出现在例如通过激光图案化的 FPD 内形成的材料薄层。

[0054] 由于 DEM 窗口接近基体时,很明显该液体单元发明不适合激光束聚焦于窗口并具有很小尺寸的情况。在成像尺寸较大并且烧蚀材料薄层所需能量密度较低时,本发明是适合的。

[0055] 因此当窗口直接连接到透镜以及窗口(和透镜)在窗口和基体之间液体薄层上浮动时,可以考虑上面介绍类型的 DEM。这类似于空气盘和上面讨论的 DEM,但在这种情况下,液体单元同时执行浮动和 DEM 功能。

[0056] 上面讨论的 DEM 发明中的气体和液体形式可与其波长在远红外(如 10.6 微米)到超紫外(如 157 纳米)的范围的任何类型的激光系统一起使用。主要要求必须是光学辐

射能在没有明显损失的情况下通过窗口材料,并且对于液体情况,液体必须对激光辐射是透明的。一般预期这些发明将主要用于波长范围在 193 纳米到 1.06 微米的激光。在这个范围内,熔融石英是理想的窗口材料,并且水是理想的液体。具体地,可以预期当使用在 248 纳米或 308 纳米操作的 UV 受激准分子激光器时,液体 DEM 的应用变得很重要。

[0057] DEM 的气体和液体形式可在 DEM 相对基体保持静止情况下或者在存在相对运动的情况下进行操作。静止的情况发生在当以步进或重复模式进行激光加工时。移动的情况发生在当以扫描模式进行激光加工时。

附图说明

[0058] 现在参考附图对本发明的示例性实施例进行介绍,附图包括为 DEM 示意图的图 1 到图 10。

[0059] 执行本发明的模式

[0060] 图 1 是其中所用的流体是空气的 DEM 概念的气体形式。平面的基体 1 受到通过透镜 2 聚焦或成像的激光束 3 的照射。激光束 3 穿过其上端由透明窗口 5 封闭的 DEM 4 并烧蚀基体 1 的区域 R。空气以及任何夹带的由烧蚀工艺形成的碎屑以某种方式从 DEM 4 上的端口 6 抽取,并由通过 DEM 4 的下缘 4A 和基体 1 之间间隙 G 吸入的进气 7 代替。DEM 4 和透镜 2 通过连接到伺服电动机驱动的滑块机构(未显示)的传感器相对基体 1 保持恒定位置。

[0061] 图 2 中,使用气体的 DEM 4 设置了另外的端口 8,端口 8 设置在 DEM 4 的上部,以便使气体进入内部。这种另外的端口 8 可使清洁空气流 8A 保持在窗口 5 的下侧。

[0062] 图 3 中,更复杂形式的使用气体的 DEM 4 附着到空气盘 9,该空气盘 9 通过端口 10 送入空气流 10A,使得盘 9 浮动于基体 1 上方,以便将间隙 G 保持在预定高度。

[0063] 图 4 中,空气流 DEM 4 设置了特殊的气体输入端口 11,以便引导另外的空气流 11A 靠近烧蚀区域 R 进入盘 9 的内部。端口 11 用于沿向内方向朝烧蚀位置 R 引导空气流 11A 并以某一适当的小角度或尽可能平行于基体表面引导气流。端口 11 可设置在盘 9 的两个或更多个侧面,或者可完全围绕盘 9。

[0064] 图 5 中,DEM 4' 用于与透明的基体 1 一起使用。激光束 3 可透过基体 1 烧蚀与透镜 2 所定位的侧面 1B 相对的基体 1 的侧面 1A 的区域 R' 的材料。在这种情况下,DEM 4' 不需要激光窗口。

[0065] 在图 6 中,DEM 4'' 显示了在图 1 到图 4 中描述为窗口的部件被具有孔阵列(由孔 H1, H2 示例)的板 12 代替,各个孔允许波束泄出 B1、B2 进入 DEM 4'' 的内部。板 12 位于透镜光阑,在这里由上游均化器光学系统形成的波束泄出 13 通过场透镜聚焦成焦斑阵列。这是非远心投影透镜可出现的情况。图 6 中只显示了两个波束泄出 B1, B2,但取决于均化器光学系统使用的透镜的数目,位于光阑点的波束泄出和焦斑数目可达到 100 以上。

[0066] 图 7 中,气体 DEM 4 设有形成为减少碎屑沉积到 DEM 壁上或落到基体表面的可能性的内部结构。端口 6, 6' 配置成向下倾斜,所以一旦进入端口 6, 6' 内,碎屑不可能再朝 DEM 4 的内部移动回去。DEM 4 的直径从底部到顶部逐渐增加,同时设有适当定位的适当泵送的碎屑容留通道 14 以捕获可能从 DEM 4 壁上脱落的沉积碎屑。

[0067] 图 8 中,气体单元 4 安装在用于将激光束 3 水平而基体 15 垂直安装于其上的空气

盘 P 上。在这种情况下,安装在基体后侧的第二空气盘 16 用于迫使基体 15 靠到空气盘 P,单元 4 安装在空气盘以保持间隙 G 具有恒定尺寸。

[0068] 图 9 中,显示了与盘 12 集成的 DEM 11。DEM 11 结合有箱体 13,其上端 14 设有激光束 L 经其沿箭头 A 的方向引导通过 DEM 11 以及位于基体工件 17 的区域 16 的孔 15 的窗口。入口管路 18、19 设置在盘 12 以便使气体(在该示例中是空气)能够导引为进入位于激光束 L 正在进行烧蚀的那部分区域 16 上方的区域 20 内。然后使空气流以及夹带的碎屑正交于区域 20 流动向上通过管路 21,直到进入空间 22,然后通过出口端口 23 离开 DEM。选择入口管路 18、19,区域 20,空间 22 和出口端口 23 的尺寸和比例,以保证空气流具有适当压力差,提供优化的清除碎屑数量。在这种情况下,管路 18、19 用于引导空气流进入区域 20。然而,还使得这些管路中一个管路中的流反向,以便提供从区域 20 沿该管路的流出物。与入口管路 18,19 的可兼容的另外管路沿与管路 18,19 的共同轴线成直角的轴线设置,以使 4 个入口管路围绕区域 20 的周边以 90 度间隔互相间隔开。

[0069] 图 10 中,液体 DEM 4' 设有接近基体 1 的窗口 5,液体层 17 夹在窗口 5 和基体 1 的上表面 U 之间。窗口 5 附着到保持透镜 2 的同一机构。通过传感器和伺服电动机驱动的滑块机构,使二者可以更加可控的方式相对基体表面 U,以保持窗口 5 和基体表面 U 之间的间距,及透镜 2 和基体 U 之间的间距,恒定的液体层 17 通过端口 18 引入到窗口 5 和基体 1 之间的间隙 G',并通过端口 19 抽取。

[0070] 工业实用性

[0071] 本发明提供了通过其可容易并精确地进行工件上一定区域的激光烧蚀,同时烧蚀产生的碎屑可充分从该区域的附近清除以避免碎屑随机沉积在工件的其他位置的方法及其装置。

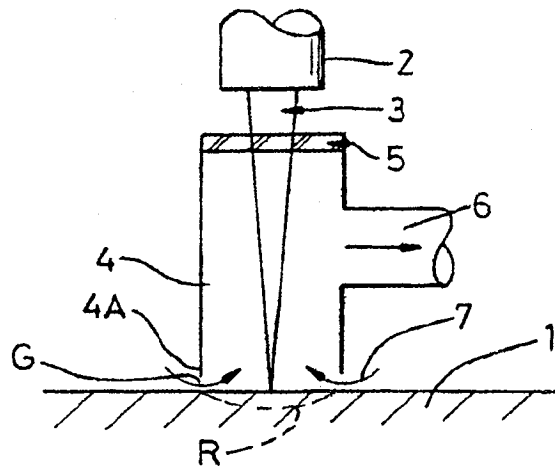


图 1

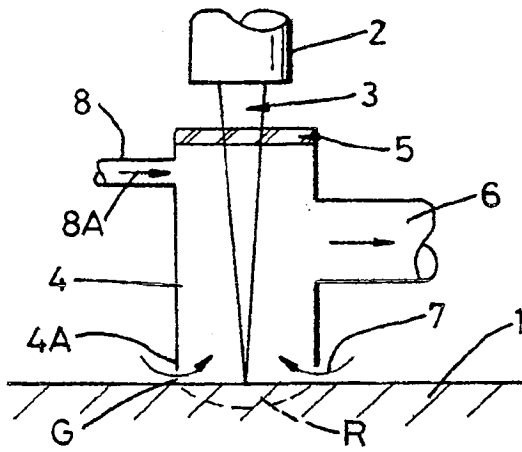


图 2

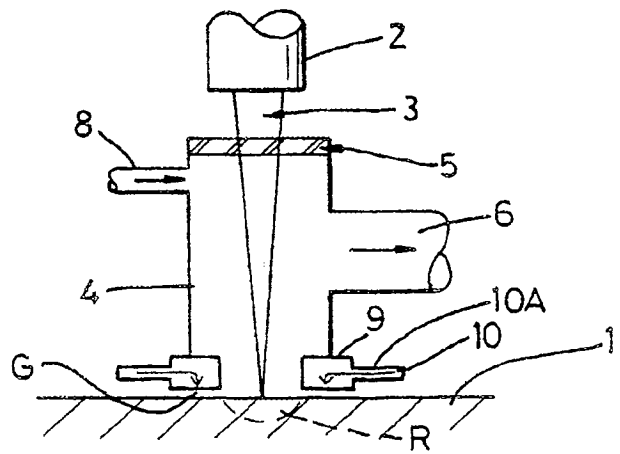


图 3

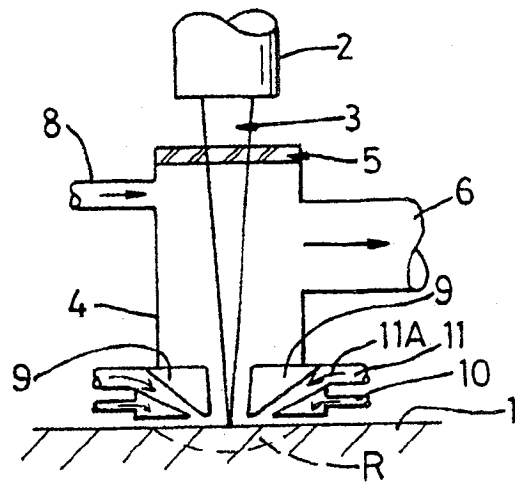


图 4

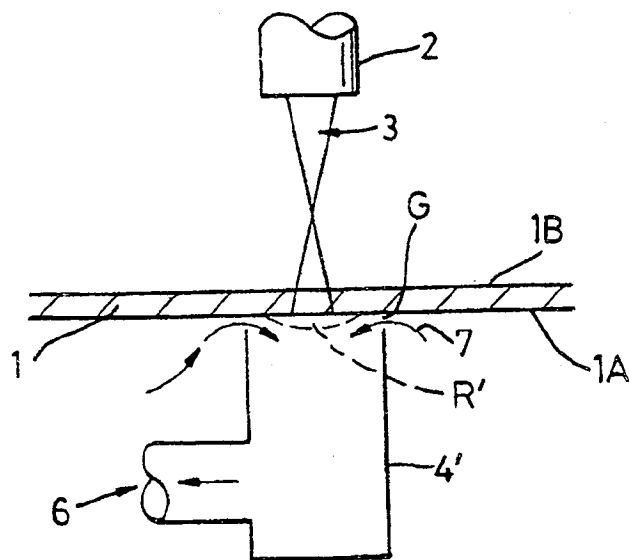


图 5

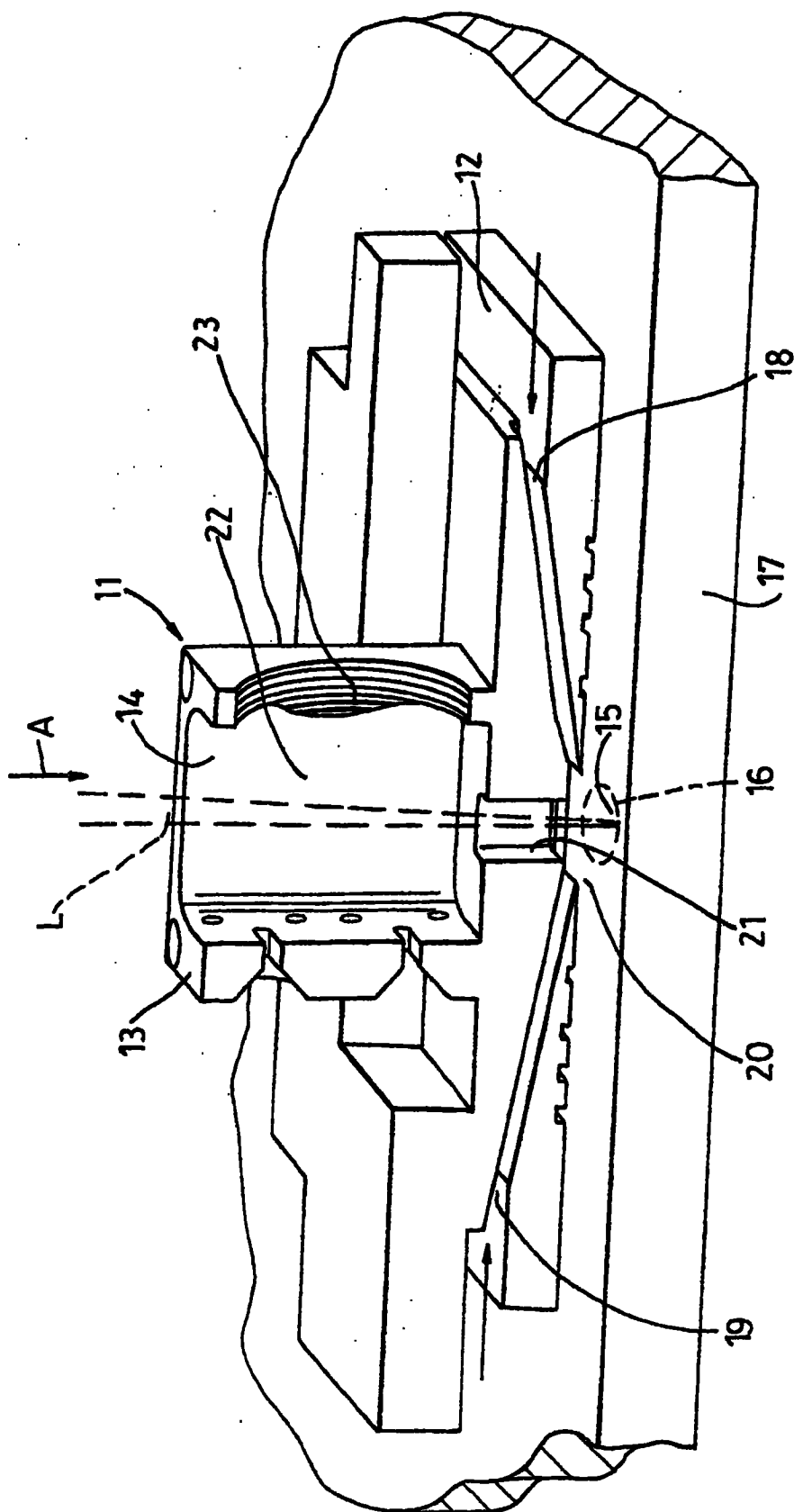


图 9